

修 士 論 文 の 和 文 要 旨

大学院	電気通信学研究科	博士前期課程	電子工学 専攻
氏 名	黒川 愛里	学籍番号	0432023
論 文 題 目	InGaP/GaAs HBTsにおける表面欠陥の及ぼす信頼性の問題		
<p>要 旨</p> <p>インターネットや携帯電話などの通信ネットワークが広がる情報化社会において、化合物半導体デバイスに寄せられる期待はますます大きくなっている。特にユニークな特長を持つHBT(Heterojunction Bipolar Transistor)は、優れた高周波特性に加えバイポーラゆえの高い電流駆動能力や高電力密度性を備えており、大容量の情報伝送を可能にする超高速ICや小型で高性能のマイクロ波・ミリ波デバイス等を実現する。HBTに対するこのような期待に応えるためには、デバイス構造、結晶性の最適化、微細加工技術の確立などにより、デバイスの潜在能力を引き出す努力が求められる。</p> <p>本研究室においても有機金属気相成長法で成長したInGaP/GaAs HBTsの研究が行われてきたが、デバイスの微細化に制約が在り、HBTの動作機構や様々な物理的現象の本質的な検討を行うことができていなかった。そこで、まず微細HBTの作製を目指し、微細HBT作製プロセスを確立し、新たなフォトリソの設計・作製を行った。これにより、エミッタ最小寸法が$2 \times 10 \mu\text{m}^2$となり、さらに様々な形状のHBTの作製が可能となった。</p> <p>一方、今日におけるGaAs系材料を用いたHBTに対する期待は大きい。しかし、GaAsは高い表面再結合速度及び高い表面状態密度を持つことが知られており、これは高性能化への障壁となり得る。また、InGaP/GaAs HBTsに関する報告は多数あり、既に市場でも多く用いられているが、ストレスにより電流利得が増加するBurn-in効果や特性劣化などの信頼性の問題も多い。本論文では、電氣的ストレスが与えるDC特性変動のメカニズムを調べることを目的とし、確立したプロセス条件によりHBTを作製し、ベース電流やサイズ依存性に着目し研究を行い、InGaP/GaAs HBTsの表面欠陥が及ぼす信頼性の問題に関する報告を行う。</p> <p>まず、InGaP/GaAs HBTsにおいて、エミッタサイズと電流利得の関係から、外部ベース領域の露出したGaAsでの表面再結合が電流利得を低下させる原因のひとつであることを示した。これは、パッシベーションを行うことで、表面再結合を減少させ、電流利得のサイズ依存性を抑制できることを確認した。また、HBTの信頼性について調べるために電氣的ストレスを印加し、ストレス前後の特性の比較を行った。$J_c=10[\text{kA}/\text{cm}^2]$の定電流ストレスにより、最大15%程度の電流利得の低下が観測された。エミッタ周辺長が大きいHBTほど、ストレスによる低下が顕著であるという結果からエミッタエッジ部分に局在した劣化であることを前提とし、特性劣化のメカニズムを提案した。さらにベース中の水素濃度が高いサンプルでは、ストレス後に利得が上昇するBrun-In効果が観測された。また、E/B界面の成長中断時間によって、電流利得やストレス耐性などの特性に影響を与えることを示唆した。これらの結果からE/B界面及び表面状態やベースのバルク状態がストレスによる信頼性の問題に大きく関わっていることを示した。しかし、直接的にE/B界面の評価を行うには至らず、今後STM等の別の手法を用いて評価することが望まれる。また、ストレスによる変動はレジパッシベーションを施すことによって抑制されるが、E/B界面の成長条件を変化させ、更なる比較・検討が必要であると考えられる。</p>			